

# PRESOJA VAROVALNEGA UČINKA GOZDA PRED SNEŽNIMI PLAZOVI: PRIMER RUSKE CESTE POD VRŠIČEM

## ASSESSING THE FOREST'S PROTECTIVE EFFECT AGAINST AVALANCHES: THE CASE OF RUSSIAN ROAD BELOW VRŠIČ

Simon PINTAR<sup>1</sup>, Andrej ROZMAN<sup>2</sup>, Jurij DIACI<sup>3</sup>

(1) pintar.simon@hotmail.com

(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, andrej.rozman@bf.uni-lj.si

(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, jurij.diaci@bf.uni-lj.si

### IZVLEČEK

Cesto na Vršič ogrožajo snežni plazovi, gozdovi nad njo pa opravljajo zaščitno in varovalno funkcijo pred njimi. Analizirali smo potencialno ogroženost dela ceste in gozda nad njo, opravili presojo zaščitne funkcije gozda pred snežnimi plazovi ter določili smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozda in krepitev njegovega varovalnega učinka. Na objekt raziskave smo postavili mrežo 21 raziskovalnih ploskev. Po modificirani metodi NaiS (Frehner in sod., 2005) smo izločili in opisali sestoje ter primerjali njihovo dejansko stanje s ciljnimi, ki zagotavlja zaščito pred snežnimi plazovi. Glede na naklon in pokritost z gozdom smo naredili karto, ki kaže najbolj ogrožena območja pred snežnimi plazovi. Ugotovili smo, da noben sestoj ne zagotavlja popolne in trajne zaščitne funkcije. Največji problem sta pomlajevanje in zagotavljanje raznomerne strukture sestojev. Najpomembnejše smernice za nadaljnji razvoj gozda so pospeševanje raznomerne in raznodobne strukture, zagotavljanje pomladka, vzgoja čim večjega števila nosilcev stabilnosti ter zagotavljanje dobre vitalnosti in zadostne gostote dreves.

**Ključne besede:** varovalni gozd, varovalna in zaščitna funkcija, snežni plazovi, upravljanje varovalnih gozdov, smernice za upravljanje z gozdovi, gojenje varovalnih gozdov

### ABSTRACT

The road leading to the Vršič Pass is threatened by snow avalanches, and the forests above it are performing a protective function against them. We analysed potential hazard to the road and forests above it from snow avalanches, and evaluated the protective function of the forest. We defined guidelines and measures for further development of the forest to enhance its protective effect, and evaluated the actual spatial distribution of formalized protective function area of the forest within management plans. We set a network of 21 research sample plots. Using the modified method NaiS (Frehner et al., 2005), we defined the stand boundaries, analysed them and compared the actual state of the stands to the target situation. With regard to the slope and forest cover, we made a map of the sections most prone to formation of snow avalanches. We concluded that none of the stands provided complete and permanent protective function against snow avalanches. The greatest problems lay in poor regeneration and lack of uneven-aged stand structure. The most important guidelines for the future development of the forest are favouring heterogeneous stand structure and regeneration, safeguarding good stability and vitality of the trees and providing for their sufficient density.

**Key words:** protective forest, protective function, snow avalanche, management of protective forests, guidelines for forest management, silviculture of protective forests

GDK 627.1:907.32:423.5(497.4Vršič)(045)=163.6

DOI 10.20315/ASetL.111.2

Prispelo / Received: 1.3.2016

Sprejeto / Accepted: 13.5.2016

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

Slovenski alpski prostor zaznamuje velika razgibanost površja: visoki in ostri grebeni ter strma pobočja, ki se spuščajo v doline med njimi. Tak relief v povezavi z obilnejšimi snežnimi padavinami ustvarja idealne razmere za proženje snežnih plazov. Gozdovi na teh območjih imajo pomembno vlogo pri preprečevanju proženja snežnih plazov in zmanjševanju njihove energije, s tem pa opravljajo varovalno in zaščitno funkcijo. Raziskav o varovalnih učinkih gozda pred snežnimi

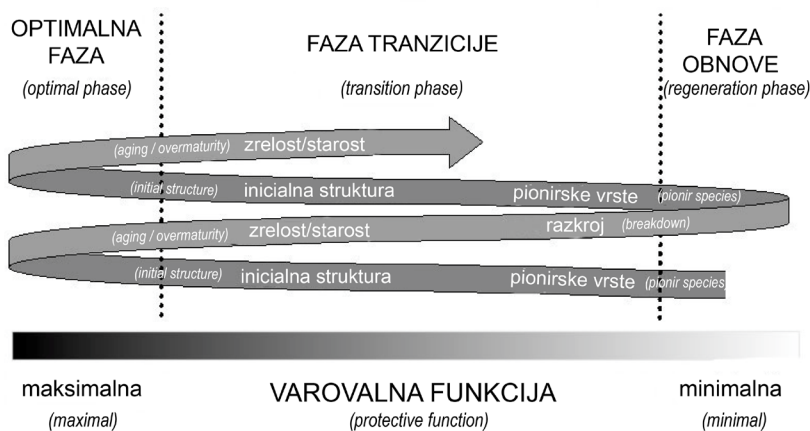
plazovi je relativno malo. V tujini so se s tem vprašanjem deloma ukvarjali Frehner in sod. (2005), Sakals in sod. (2006), Winter (2009) ter Bauerhansl in sod. (2010). A ker se večina raziskav nanaša na gozdove s prevladujočimi iglavci, so izsledki za naše razmere le pogojno uporabni. Tudi v Sloveniji tovrstnih raziskav ni veliko. Fidej (2011) se je ukvarjal z varovalnim učinkom gozda pred drobirskimi tokovi. Deloma so se s problematiko varovalnega učinka gozda pred snežnimi plazovi ukvarjali še Horvat in Zemljič (1998) ter Pavšek (2002b in 2012).

### 1.1 Poudarki pri gospodarjenju z zaščitnimi in varovalnimi gozdovi

#### 1.1 Emphases in the management of protective forests

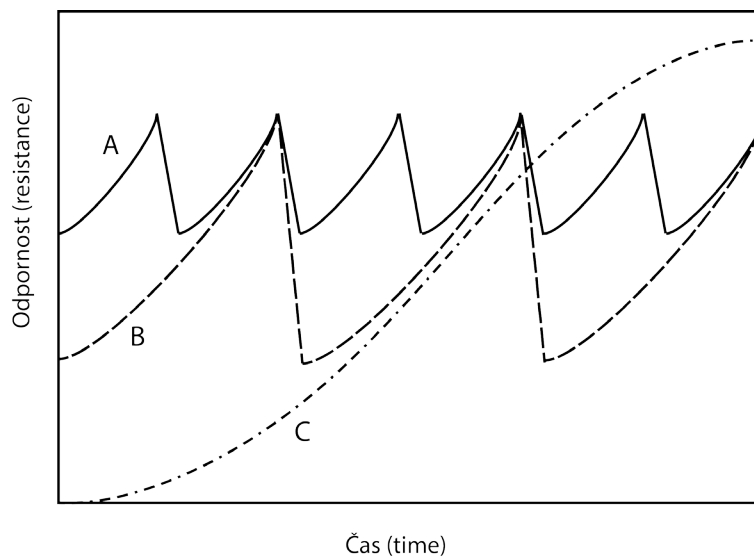
Gozdni ekosistem, katerega sestavni del so tudi naravne motnje, je izpostavljen ciklični razvojni dinamiki: od faze obnove prek faze tranzicije do optimalne faze in nazaj (Motta in Haudemand, 2000; Dorren in sod., 2004). Gozdna struktura se pri prehajanju iz ene faze v drugo razvija in ruši, s tem pa se spreminja tudi učinkovitost varovalne funkcije (slika 1).

Poleg razvojne faze je učinkovitost varovanja gozda v veliki meri odvisna tudi od strukture in dolgoročne stabilnosti gozda, na kar lahko vplivamo z gospodarjenjem (Varovalni gozdovi ..., 2012). Naravni razvoj sestojev v fazi razkroja kaže na pešanje zaščitnih učinkov gozda, zmanjševanje odpornosti in večjo občutljivost za naravne ujme (Diaci in sod., 2012). Brang (2001) poudarja pomen odpornosti (angl. resistance) in elastičnosti (angl. elasticity) varovalnih oziroma zaščitnih gozdov. Odpornost je opredelil kot relativno nespremenjenost sestoja oziroma manjšo možnost neželenih



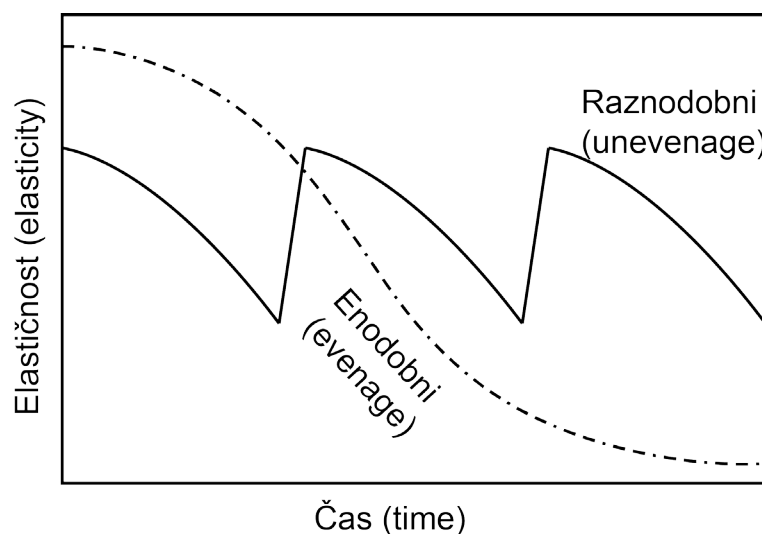
**Slika 1:** Spreminjanje varovalne funkcije (v primeru snežnih plazov) glede na fazo razvoja gozda (prirejeno po: Dorren in sod., 2004: 167)

**Fig. 1:** Developmental phases in mountain forests in relation to the level of protection from snow avalanches they provide (modified after: Dorren et al., 2004: 167).



**Slika 2:** Hipotetična odpornost dveh raznodobnih sestojev (A in B) in enodobnega sestoja (C). Sestoj A ima krajši čas obhoda kot sestoj B. Če odpornost sestoja zagotavljajo velika drevesa, potem je najbolj primeren sestoj A. Odpornost pri enodobnem sestoju je večja, vendar ima tudi večji interval nihanja (prirejeno po: O'Hara, 2006: 51).

**Fig. 2:** Hypothetical resistance of two multi-aged regimes (A and B) and an even-aged regime assuming the protective function is provided by large trees. Regime A has more frequent harvest treatments and shorter cutting cycles than regime B. If resistance is provided by large trees, then regime A would appear to be superior in this example, but neither reach the maximum resistance provided by the time even-aged stand (C) (modified after: O'Hara, 2006: 51).



**Slika 3:** Hipotetična elastičnost enodobnega in raznodobnega sestaja v času obhodnje enodobnega sestaja oz. treh cikličnih ukrepanjih raznomernega sestaja. V diagramu je predpostavljeno, da elastičnost zagotavlja pomladek, ki ga v enodobnem gozdu v starosti navadno ni, v raznodobnem pa je vedno zastopan v različnih količinah (prirejeno po: O'Hara, 2006: 50).

**Fig. 3:** Hypothetical resilience of even-aged and multi-aged stands over one even-aged rotation or three multi-aged cutting cycles. Diagram assumes that resilience is provided by regenerating trees that are generally not present late in the even-aged rotation but always present in varying amounts in the multi-aged stand (modified after: O'Hara, 2006: 50).

sprememb zaradi motenj, elastičnost pa kot hitrost, potrebno, da sestoj doseže želeno stanje po motnji. O'Hara (2006) trdi, da je odpornost dreves odvisna predvsem od čvrstosti debla, razvitosti koreninskega sistema in lubja, odpornost sestaja kot tudi od razširjenosti in porazdelitve dreves. Elastičnost sestaja se zagotovi s pomladkom, ki preživi motnjo in ima sposobnost hitro nadomestiti uničen sestoj, ter z razširjenostjo dreves v sestaju, ki lahko preživijo motnjo.

Za večino raziskovalcev je najboljša zaščita raznodoben in raznomen gozd s pravilno horizontalno in vertikalno strukturo (Horvat in Zemljič, 1998; Motta in Haudemand, 2000; Dorren in sod., 2004; O'Hara, 2006). Horvat in Zemljič (1998) navajata, da je v gorskih varovalnih gozdovih treba pospeševati raznodobno strukturo, večjo gostoto, šopasto rast, polnilni in grmovni sloj, nemoteno pomlajevanje ter pozitivno selekcijo glede na stojnost. Raznodobni sestoji s svojo stalnostjo strukture trajno zagotavljajo optimalno odpornost (slika 2). Podobno je tudi pri elastičnosti sestojev (slika 3). Ob morebitni motnji, ki bi uničila večja drevesa, bi bilo pri raznodobnem sestaju potrebnega manj časa, da se vrne v želeno stanje, saj je v takem sestaju več pomladka in dreves mlajših razvojnih faz kot v enodobnem (O'Hara, 2006).

## 1.2 Vpliv gozda pri zaščiti pred snežnimi plazovi

### 1.2 The forest's protective effect against snow avalanches

Učinkovitost in zanesljivost zaščitne funkcije gozdov je odvisna od vrste naravne nesreče, verjetnosti po-

javljanja, intenzitete naravne nesreče in stanja gozda. Gozdovi redko zagotavljajo stoodstotno zaščito, vendar lahko znatno prispevajo k zmanjšanju vpliva naravne nesreče (Wehrli in sod., 2007; Pavšek, 2012). Največji vpliv gozda je v območju proženja snežnih plazov, kjer lahko pomembno prispeva k preprečevanju ali zmanjšanju proženja snežnih mas, v območju gibanja in odlaganja pa je vpliv gozda na ustavljanje snežnih plazov majhen in največkrat enkrat (Horvat in Zemljič, 1998; Horvat in sod., 1999; Pavšek, 2002a; Frehner in sod., 2005; Brang in sod., 2006; Sakals in sod., 2006; Wehrli in sod., 2007; Pavšek, 2012). Gozd v splošnem zmanjša verjetnost pojavljanja snežnih plazov na pobočjih z naklonom do 35 ° (Frehner in sod., 2005). Vloga gozda je tako bolj preventivna (Wehrli in sod., 2007).

#### 1.2.1 Vpliv gozda v območju proženja snežnih plazov

##### 1.2.1 The forest influence in the triggering area of snow avalanches

**Preprečevanje nastajanja homogene plasti snežne odeje:** Sneg v gozdu zaradi drevesnih krošenj ni plastovit, snežna odeja tudi ni povsod sklenjena, kar stopnjuje utrditev snežne odeje (Pavšek, 2012). Neenakomerna horizontalna in vertikalna struktura sestaja preprečuje razširjeno tvorjenje šibke plasti snega na večjem pobočju in s tem zavira proženje snežnih plazov (McClung, 2001, cit. po Sakals in sod., 2006).

**Atlantifikacija mikroklimе in proces preobrazbe snega:** Frehner in sod. (2005) ugotavljajo, da je v

zimskem času sevanje v zimzelenih sestojih manjše, kar pomeni, da prihaja do manjšega segrevanja podnevi in do manjšega oddajanja toplote ponoči. S tem nastaja v gozdu posebna klima, ki preprečuje nastajanje globinskega sreža in povzroča trdnejšo snežno odejo. Podobno ugotavljata tudi Horvat in Zemljič (1998). Pavšek (2002b) navaja, da ob oblačnem vremenu drevesa s snegom na vejah vplivajo na nekoliko višje temperature zraka in s tem tudi večjo vlažnost zraka, zato je taljenje snežne odeje v sestoji intenzivnejše.

**Intercepcija:** V krošnjah drevja se zadrži precej snega, ki se topi in izhlapi, ne da bi dosegel tla. Višina snežne odeje v sestoji je torej manjša kot na prostem (Horvat in Zemljič, 1998; Frehner in sod., 2005). Horvat in Zemljič (1998) navajata, da je intercepcija sestojev iglavcev odvisna od sklepa krošenj in se giblje med 10 % in 40 %, v mešanih sestojih (bukev, javor, macesen, cemprin itd.) pa je manjša, a še vedno pomembna.

**Ustavljanje vetra:** Na pobočjih, kjer se sneg premešča z vetrom, se snežni plazovi pojavljajo pogosteje. Gozdovi z zmanjševanjem hitrosti vetra tako zmanjšujejo sposobnost vetra za premeščanje snega (McClung, 2001, cit. po Sakals in sod., 2006).

**Mehanska stabilnost:** Gozdna vegetacija deluje kot mehanski stabilizator, ki prevzema del teže snega ter tako velikokrat prepreči nastanek plazov sprijetega snega. Zaznaven mehanski učinek imajo drevesa s prsnim premerom nad 10 cm (Horvat in sod., 1999; Pavšek, 2002b). Posamezna drevesa vplivajo zaviralno, če je njihova višina dva- ali večkrat višja od snežne odeje. Listopadna drevesa imajo pri manjši višini snežne odeje dober varovalni učinek, pri višji pa je ta omejen zaradi manjše intercepcije (Pavšek, 2012). Gozd kot mehanski stabilizator pa ni učinkovit v primerih, ko je trdnost snežne odeje prešibka ali pri novem snegu majhne gostote (Horvat in Zemljič, 1998). Frehner in sod. (2005) navajajo, da bi moralo biti za učinkovito varovanje število dreves (prsni premer nad 8 cm) pri naklonu 30 ° najmanj 500 dreves/ha, pri naklonu 40 ° pa najmanj 1000 dreves/ha.

**Hrapavost površja:** V primerjavi z negozdnimi površinami je hrapavost površja v gozdu na splošno večja, poleg tega pa delujejo panji in ležeča debela kot povezovalni elementi v snežni odeji (Frehner in sod., 2005). Horvat in Zemljič (1998) poudarjata tudi vpliv grmovne vegetacije, ki preprečuje zdrs snežne odeje, dokler je sneg ne prekrije, potem pa se nevarnost plazov močno poveča.

**Preprečevanje prehitrega taljenja snega:** Winkler in sod. (2005, cit. po Sakals in sod., 2006) omenjajo tudi vpliv gozda na počasnejše taljenje snega. S tem gozd posredno zmanjšuje možnost visokih voda.

1.2.2 Vpliv gozda v območju gibanja in zaustavljanja snežnih plazov

### 1.2.2 The forest influence in the area of movement and stopping of snow avalanches

Na zaustavljanje snežnih plazov ima gozd le majhen vpliv (Horvat in Zemljič, 1998). Upočasnitev in morebitna zaustavitev snežnega plazu zaradi gozda je omejena na dogodke z majhno energijo in majhno maso (Brang in sod., 2006) ter na robove snežnega plazu (Weir, 2002, cit. po Sakals in sod., 2006). Pavšek (2012) pa navaja, da je zaviralni učinek gozda pomemben, saj se gibanje plazovine med potjo skozi gozd lahko upočasni, pri visokih hitrostih in v primeru pršnega plazu pa je gozd uničen. Večji zaviralni učinek ima gozd v območju zaustavljanja snežnih plazov, kjer so hitrosti plazovine nižje.

## 2 NAMEN RAZISKAVE

### 2 AIMS OF THE STUDY

Cesto Kranjska Gora-Vršič-Bovec ogrožajo snežni plazovi (slika 1). Objekt raziskave smo postavili na odseku ceste, kjer je Horvat (1996) opozoril na pet plazov, ki se praviloma redno prožijo. Da je na tem območju nevarnost snežnih plazov lahko večja, nam kaže slika 6, splošno znana pa je tudi tragedija pri graditvi vršiške ceste, ko je marca 1916 snežni plaz zasul okoli 300 ljudi.

Namen članka je:

- oceniti potencialno ogroženost območja na delu ceste Kranjska Gora-Vršič-Bovec pred snežnimi plazovi (slika 4),
- narediti presojo varovalnega učinka gozda nad cesto,
- določiti smernice in ukrepe za nadaljnji razvoj gozda,
- predstaviti pomen prilagojenega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi za doseganje trajne in učinkovite varovalne in zaščitne funkcije.

## 3 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE

### 3 RESEARCH AREA AND METHODS

Objekt raziskave je v severnem delu Julijskih Alp, na levem pobočju doline Velike Pišnice, pod Sedlom in Visokim Mavrincem, nad regionalno cesto Kranjska Gora-Vršič. Nadmorska višina objekta raziskave je 970 do 1200 m. Relief je razgiban in ponekod skalovit, na pobočjih so globoki jarki. Nakloni so strmi, ponekod tudi prepadni, (22–47 °). Matično podlago sestavljajo apnenec in dolomit ter pobočni apnenčev grušč. Tla so srednje globoke do plitve rendzine. Rodovitnost tal je v večjem delu objekta raziskave majhna, na severnem in južnem delu pa tu in tam srednja (Smole,



**Slika 4:** Manjši snežni plaz, ki je deloma zasul cesto na objektu raziskave (foto: Simon Pintar, 21. 1. 2013)

**Fig. 4:** Small avalanche that partly buried the road on the research plot

1987). Podnebje v tem območju je alpsko (Podnebne razmere ..., 2006). Povprečna letna temperatura je 4 do 6 °C. Povprečna januarska temperatura znaša od -4 do -2 °C, povprečna julijska temperatura pa od 14 do 16 °C. Povprečna letna višina korigiranih padavin je 2000 do 2600 mm (Atlas okolja, 2016). V grobih orisih lahko podnebje opišemo z razmeroma visoko povpreč-

no letno količino padavin, ki so dokaj enakomerno porazdeljene v obdobju rasti, nizko povprečno letno temperaturo in kratkim vegetacijskim obdobjem, ki traja v dolini okrog pet mesecev, v višjih legah pa mesec manj (Črepinšek in sod., 2012). Po fitocenološki karti (Smole, 1987) celoten objekt raziskave porašča združba *Anemone trifoliae-Fagetum typicum*.



**Slika 5:** Lokacija objekta raziskave (merilo: 1: 60.000, vir: Atlas okolja)

**Fig. 5:** Location of the research plot (scale: 1: 60,000)

Na objekt raziskave smo v kvadratni mreži 100 m x 100 m postavili 21 raziskovalnih ploskev s površino 500 m<sup>2</sup>. Na njih smo popisali živa drevesa s prsnim premerom  $\geq 10$  cm. Popisovali in ocenjevali smo naslednje znake: drevesna vrsta, prsni premer, socialni položaj, vitalnost in poškodbe. Vitalnost smo ocenili po barvi in dolžini krošnje ter gostoti iglic in drevesa razdelili v tri stopnje vitalnosti: velika, srednja, slaba. Poškodbo smo evidentirali, če je bila velikost poškodovanega dela debela večja kot 3 dm<sup>2</sup>. Popisali smo tudi značilnosti raziskovalne ploskve (mrtvo drevje, naklon, lega, sklep krošenj, skalovitost, kamnitost, makrorelief in mikrorelief).

Izložili in opisali smo sestoje (v nadaljevanju: NaiS-sestoji) po poenostavljeni in modificirani metodi, ki so jo uporabili Frehner in sod. (2005). Metoda določa ciljno stanje sestoj, ki je določeno glede na rastišče in vrsto nevarnosti, ter ga primerja z dejanskim stanjem. Poleg tega ocenjuje še stanje sestoj čez 10 in 50 let. Glavna prednost je, da omogoča standardizirano odločanje, ki temelji na terenskih opazovanjih in je potrebno za monitoring uspešnosti gospodarjenja.

Parametri in njihove mejne vrednosti, ki smo jih ocenjevali pri opisu sestojev za rastišče *Anemone-Fagetum typ.*, so bili (podrobnejša razčlenitev mejnih vrednosti v Frehner in sod., 2005.):

- mešanost drevesnih vrst glede na lesno zalogo (listavci: 60 – 100 %, bukev: 50 – 100 %, smreka 0 – 30 %);
- vertikalna struktura (vsaj 20 % dreves z rastnim potencialom v vsaj 2 razširjenih debelinskih razredih);
- horizontalna struktura (dolžina in širina vrzeli v odvisnosti od naklona pobočja: 30 – 60 m, zastrtost vsaj 50 %);
- delež nosilcev stabilnosti (vsaj polovica dreves s simetrično krošnjo, večina dreves z navpičnim delom, dobro zakoreninjena);
- razmere za pomlajevanje ter pomladek v dveh višinskih razredih (pri 70-odstotni zastrtosti vsaj 10 bukev do 40 cm višine na 1 ar, pokrovnost pomladka nad 40 cm višine vsaj 3-odstotna).

Ocenili smo, kakšno bo stanje parametrov sestoj čez 10 in 50 let, ob predpostavki, da gospodarjenja v sestoju ne bo. Parametre NaiS-sestojev smo ocenili s 7-stopenjsko lestvico, kjer pomeni -3 zelo slabo, -2 slabo, -1 nezadovoljivo, 0 minimalno zadovoljivo, +1 zadovoljivo, +2 dobro in +3 idealno stanje.

Znotraj preučevanega območja in nad njim smo kartirali površine z zastrtostjo gozdnega rastišča < 50 %, ki so bile daljše ali širše od 30 m. S pomočjo digitalnega modela reliefa smo izdelali rastrsko karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov z ozirom na naklon, z ločljivostjo celice 12,5 m. Mejne vrednosti naklonov ter razrede potencialne nevarnosti za proženje snežnih plazov smo povzeli po projektu *Proalp* (Bauerhansl in sod., 2010) in so prikazani na sliki 5. Nato smo naredili presek karte potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov po razredih naklona in karte negozdnih površin ter tako dobili karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin. Pri tem smo domnevali, da se na gozdnih površinah znotraj objekta raziskave večji plazovi ne prožijo.

## 4 REZULTATI

### 4 RESULTS

#### 4.1 Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin

##### 4.1 Map of the snow avalanches triggering potential hazard with the non-forest areas

Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdnih površin znotraj in nad objektom raziskave (slika 6) kaže, da je večina negozdnih površin v območju srednje in visoke potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov, le manjši del pa v območju nizke nevarnosti ali v območju, kjer nevarnosti ni. Velik del negozdnih površin z visoko in ponekod tudi srednjo potencialno nevarnostjo proženja snežnih plazov pokriva območje nad objektom raziskave (Sedlo, Visoki Mavrinc in greben med njima). Prav plaz iz tega območja je najbrž povzročil pas podrtic blizu raziskovalne ploskve 16 (slika 7).

#### 4.2 Splošna podoba gozda

##### 4.2 General statement of forest

Na objektu raziskave smo popisali 821 dreves. Teh-tane vrednosti porazdelitve drevesnih vrst po lesni zalogi so nam pokazale, da je prevladovala bukev s 55 %, sledila pa ji je smreka z 32 %. Delež macesna je bil 11 %, v manjši meri pa so bili zastopani še gorski javor, alpski nagnoj, rdeči bor in jelka. Tehtana povprečna gostota je znašala 830 dreves/ha, tehtana povprečna lesna zaloga 367 m<sup>3</sup>/ha, tehtana povprečna temeljnica pa 41 m<sup>2</sup>/ha. Tehtana porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah je pokazala padajočo frekvenčno razporeditev (slika 8). Jasno je opazno pomanjkanje dreves v 3. debelinski stopnji. Kot utež pri izračunu parametrov smo uporabili površino posameznega NaiS-sestoj.

Analiza vitalnosti popisanih dreves je pokazala, da je velika večina dreves srednje vitalna (78 %). Delež dobro vitalnih dreves je znašal 6 %, slabo vitalnih pa

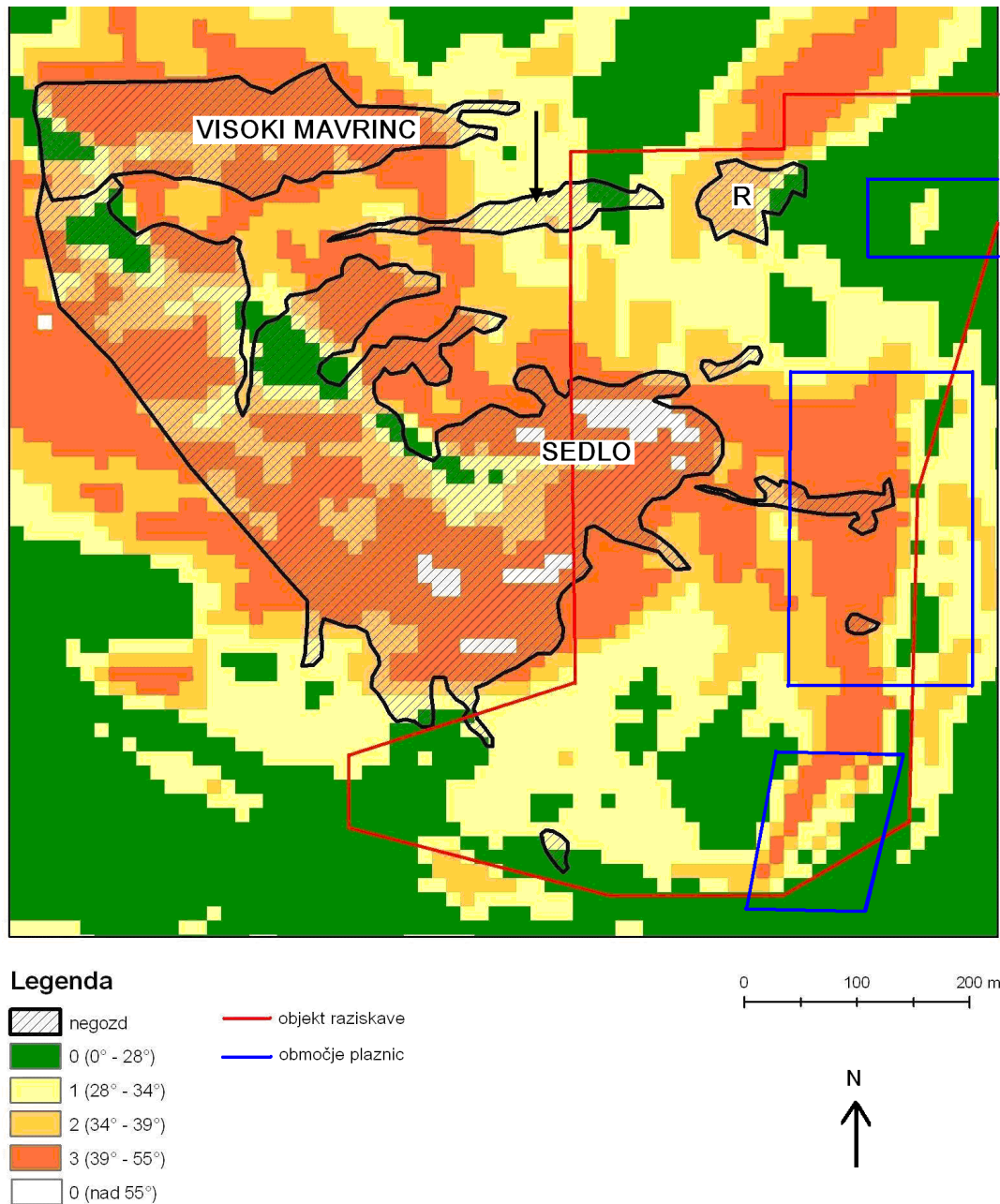
16 %. Od pomembnejših drevesnih vrst ima bukev največji delež dobro vitalnih dreves (7 %), smreka pa največ slabo vitalnih (22 %). Macesnov dobre vitalnosti nismo opazili. Opozoriti velja tudi na to, da je v NaiS-sestojih 4 in 7 delež slabo vitalnih smrek presegel 40 %. Poškodovanih je bilo 19 % popisanih dreves, prevladovala so poškodbe od padajočega kamenja. Za-

strtost na raziskovalnih ploskvah se je gibala od 65 % do 98 %, povprečna zastrtost je znašala 85 %.

#### 4.3 NaiS-sestoji

##### 4.3 NaiS-stands

Izločili smo 8 NaiS-sestojev (slika 9). V času raziskave noben sestoj ni izpolnjeval vseh zahtev za trajno



**Slika 6:** Karta potencialne nevarnosti sproženja snežnih plazov in negozdskih površin. Razredi potencialne nevarnosti sproženja snežnih plazov so: 0 (ni potencialne nevarnosti), 1 (nizka), 2 (srednja), 3 (visoka). Če je naklon terena večji od 55°, sneg ob sneženju zdrsne s pobočja, zato tam ni več nevarnosti sproženja snežnih plazov. Mejne vrednosti naklonov in razredi so povzeti po projektu Proalp (Bauerhansl in sod., 2010). Pas podrtic je označen s puščico. Črka R označuje območje znotraj objekta raziskave, ki je poraščeno z rušjem.

**Fig. 6:** Map of the snow avalanches triggering potential hazard with the non-forest areas. Levels of avalanche hazard potential: 0 (no significant danger), 1 (low), 2 (medium), 3 (high). Slopes with gradient higher than 55° pose no threat for avalanches, because snow (when snowing) slips from the surface. Limit slope gradient values and hazard potential levels are summarized according to the Proalp project (Bauerhansl et al., 2010). Black lines and hatch indicate non-forest areas, red line limits the research area, blue areas are avalanche zones. Black arrow shows the area with fallen trees (R – *Pinus mugo stand*).



**Slika 7:** Pas podrtic blizu raziskovalne ploskve 16 (foto: Simon Pintar, 11. 9. 2011)

**Fig. 7:** The belt of fallen trees close to research plot 16

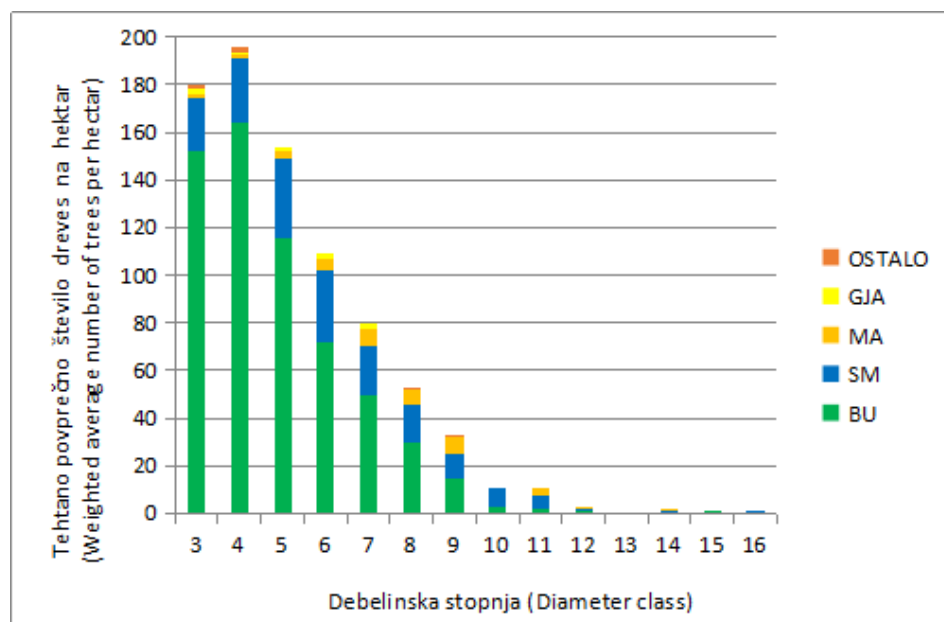
in popolno zaščito pred snežnimi plazovi po uporabljene metodi. Največ zahtev (5) izpolnjujeta NaiS-sestoja 2 in 5, najmanj (3) pa NaiS-sestoj 3. Najboljšo vsoto ocen stanja ima NaiS-sestoj 5 ( $\Sigma = +6$ ), najslabšo pa NaiS-sestoj 4 ( $\Sigma = -5$ ). Najslabše je stanje NaiS-sestojev pri pomlajevanju in izpolnjevanju trajnosti zaščitne funkcije, saj je manjši pomladek razvit le v NaiS-sestoju 5. Problem je tudi horizontalna struktura NaiS-sestojev 3 in 4, kjer sta dolžina in širina vrzeli večji od mejnih vrednosti. Ocene stanj NaiS-sestojev čez 10 in 50 let nakazujejo, da se bodo (ob upoštevanju negospodarskega načrta) večini NaiS-sestojev ocene izpolnjevanja zahtev

zmanjševale, torej lahko sklepamo, da se bo varovalni učinek gozda slabšal (preglednica 1).

#### 4.4 Presoja aktualne prostorske razporeditve varovalne in zaščitne funkcije gozda znotraj objekta raziskave

#### 4.4 Assessment of the current spatial distribution of protective forest function within the study area

Pri primerjanju našega ovrednotenja varovalne in zaščitne funkcije gozda in prostorske razporeditve obeh funkcij po veljavnem gozdnogospodarskem načr-



**Slika 8:** Tehtana povprečna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah. Pod kategorijo »ostalo« so združeni alpski nagnoj, jelka in rdeči bor.

**Fig. 8:** Weighted average distribution of trees per diameter classes (BU – *Fagus sylvatica*, SM – *Picea abies*, MA – *Larix decidua*, GJA – *Acer pseudoplatanus*, OSTALO – *Laburnum alpinum*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris*)



**Preglednica 1:** Glavne značilnosti izločenih NaiS-sestojev**Table 1:** The main characteristics of the selected Nais stands (list – broadleaves, igl – conifers)

NaiS sestoj NaiS stand	Mešanost mixture	Vertikalna struktura vertical structure	Naklon slope	Dolžina vrzeli gap length	Širina vrzeli gap width	Zastrtost crown cover	Nosilci stabilnosti stability holders
1	list: 46 % igl: 54 %	2 deb. stopnji	35°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	70 % dobro stab.
2	list: 70 % igl: 30 %	2 deb. stopnji	37°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	60 % dobro stab.
3	list: 27 % igl: 73 %	3 deb. stopnje	40°	> 40 m	> 5 m	> 50 %	60 % dobro stab.
4	list: 56 % igl: 44 %	2 deb. stopnji	37°	> 50 m	> 5 m	> 50 %	50 % dobro stab.
5	list: 51 % igl: 49 %	2 deb. stopnji	35°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	85 % dobro stab.
6	list: 64 % igl: 36 %	3 deb. stopnje	33°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	60 % dobro stab.
7	list: 43 % igl: 57 %	2 deb. stopnji	< 30°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	40 % dobro stab.
8	list: 56 % igl: 44 %	2 deb. stopnji	< 30°	< 50 m	< 5 m	> 50 %	40 % dobro stab.

tu za GGO Bled smo ugotovili neskladje. Aktualna poudarjena varovalna funkcija je znotraj objekta raziskave opazna le v zgornjem in osrednjem delu, poudarjene zaščitne funkcije pa ni zaznati v nobenem delu objekta raziskave. Glede na Karto potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdskih površin (slika 5) in cesto vzdolž objekta raziskave predlagamo, da bi bili obe funkciji na prvi stopnji poudarjenosti na celotnem območju objekta raziskave. Površina območja s trenutno poudarjeno varovalno funkcijo je 10,11 ha, površina predlaganega območja s poudarjeno varovalno in zaščitno funkcijo pa znaša 23,59 ha.

## 5 RAZPRAVA 5 DISCUSSION

### 5.1 Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdskih površin

#### 5.1 Map of the snow avalanches triggering potential hazard with the non-forest areas

Karta potencialne nevarnosti proženja snežnih plazov in negozdskih površin nam kaže dokaj realne ocene razporeditve potencialne nevarnosti, saj so na večini območij z visoko ali srednjo potencialno nevarnostjo proženja snežnih plazov plaznice, ki jih je evidentiral Horvat (1996). Glede na to, da se kljub veliki zastrtosti in relativno majhnemu deležu negozdnega prostora še vedno pojavljajo plazovi, predvidevamo, da bi vzrok za to lahko iskali v pobočjih nad objektom raziskave, ki jih porašča predvsem rušje, ponekod pa so še travišča, melišča in skalne stene, kar ob večji količini padavin

znatno poveča nevarnost proženja snežnih plazov, ki nato nadaljujejo pot po plaznicah skozi objekt raziskave. Z izjemo pasu podrtec (slika 7) drugih uničenih gozdnih sestojev nismo opazili, kar priča o plazovih z manjšo energijo, čeprav večji plazovi očitno niso izključeni. Drugi vzrok za plazove pa je, da se znotraj objekta raziskave pojavljajo mesta, kjer po strmih pobočju poteka 4–6 m širok pas negozdskih površin, ki presega mejno vrednost za dolžino glede na naklon pobočja, ki pa na digitalnih orto-foto posnetkih niso vidna in jih nismo kartirali kot vrzeli. Ta mesta, ki se pojavljajo predvsem znotraj NaiS-sestojev 3 in 4 ter v južnem delu NaiS-sestoja 5, bi potencialno lahko pomenila območja proženja manjših snežnih plazov. Manjše snežne plazove prikazuje tudi slika 1, ki smo jo posneli na meji NaiS-sestoja 4.

Karta nam kaže tudi, kakšna bi bila ogroženost zaradi snežnih plazov, če na raziskovanem območju ne bi bilo gozdnega rastja. V tem primeru bi v območju pod Sedlom namesto treh manjših plaznic najbrž dobili eno večjo, kjer bi se lahko prožili snežni plazovi z večjo energijo. Prav tako bi se povečala ogroženost ceste zaradi snežnih plazov s pobočja med Sedlom in Visokim Mavrincem, saj vmes ne bi bilo gozdnega rastja, ki bi vsaj deloma zmanjšalo energijo snežnih plazov. Da lahko gozdno rastje vsaj deloma zaviralno vpliva na snežne plazove, kot trdi tudi Pavšek (2012), nam kaže primer snežnega plazov, ki je povzročil prej omenjeni pas podrtec (sliki 6 in 7). Pod tem pasom in rušjem, ki mu sledi, gozdni sestoji niso uničeni, kar pomeni, da je bila energija snežnega plazov manjša kot v zgornjem delu.

**Preglednica 2:** Pregled vsot ocen stanja NaiS-sestojev v različnih časovnih obdobjih ob upoštevanju negospodarjenja

NaiS-sestoj NaiS-stand	trenutno stanje current status	stanje čez 10 let 10 years later	stanje čez 50 let 50 years later
1	0	0	-2
2	+3	+1	+1
3	-2	-3	-4
4	-5	-4	-5
5	+6	+7	+5
6	+1	0	-4
7	-1	-4	-5
8	+5	+4	0
skupaj (total)	+7	+1	-14

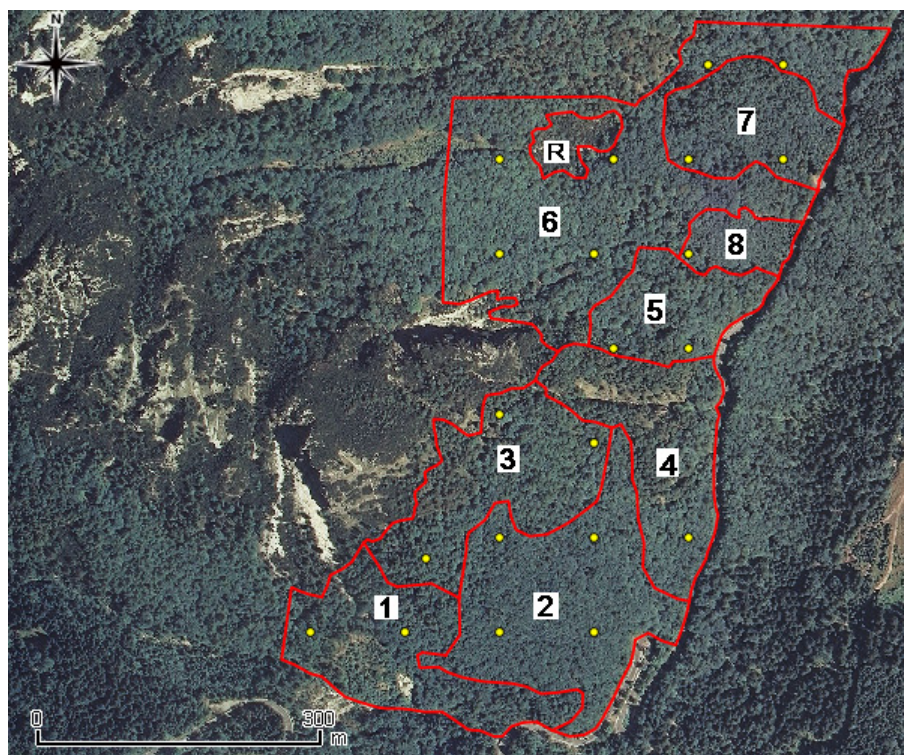
**Table 2:** Summary of the NaiS stand assessment status sums in the various time periods disregarding management

## 5.2 Splošna podoba gozda

### 5.2 General statement of forest

Mešanost drevesnih vrst je zadovoljiva, saj so vrednosti znotraj meja ciljnega stanja. Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah kaže nemonotono padajočo frekvenčno porazdelitev, kar sicer nakazuje raznomerno in raznodobno strukturo sestojev, ki pa z vidika varovalnega učinka ni povsem zadovoljiva, saj je opazno pomanjkanje dreves, tanjših od 4. debelinske stopnje. To postopoma lahko pripelje do zvonaste porazdelitve ter do enodobne strukture in s tem povezane slabše odpornosti in elastičnosti sestojev (O'Hara, 2006). Težave bi se pojavile še pri obnovi takih sestojev, saj bi v

relativno kratkem časovnem obdobju na veliki površini dobili nestabilne, neodporne in močno razredčene sestoje, kar bi znatno povečalo ogroženost ceste zaradi snežnih plazov. Znano je tudi, da bukev teži k oblikovanju enomernih sestojev (Ellenberg, 1996), kar še dodatno oteži in postavi pod vprašaj naše prizadevanje za raznomerno strukturo. Ocene za povprečno gostoto, temeljnico in lesno zalogo nam kažejo dokaj visoke vrednosti. Predvidevamo, da je ocena gostote sestoja nekoliko previsoka, kar je posledica nerealne ocene gostote NaiS-sestoja 4. V tem sestoku smo zaradi nevarnega terena lahko postavili le eno raziskovalno ploskev, na njej pa je bila večja gostota kot v preostalem delu



**Slika 9:** Karta NaiS-sestojev. Z rdečo linijo so označene meje NaiS-sestojev, z rumeno piko pa lokacije raziskovalnih ploskev. Oznaka R ponazarja rušje.

**Fig. 9:** Map of NaiS stands, with red line indicating NaiS stands borders and yellow dots locations of research plots (R *Pinus mugo*)

sestoja. Vrednosti za gostoto, temeljnico in lesno zalogo kažejo na pregoste sestoje, kar je posledica nizke intenzitete gospodarjenja. V našem primeru pa je večja gostota zaželena, saj drevesa pomenijo mehansko oviro pri proženju ali gibanju snežnih plazov, povečujejo nehomogenost snežne odeje ter ustavljajo padajoče kamenje (npr. Horvat in Zemljič, 1998; Frehner in sod., 2005). Treba je paziti, da zaradi prevelike gostote ne poslabšamo vitalnosti in stabilnosti dreves. Prav tako je ob veliki gostoti sestoja pomlajevanje težje, kar dolgoročno lahko pomeni težavo. Sestoji v tem primeru težijo k enomerni vertikalni strukturi, kar pa ni zaželeno.

### 5.3 NaiS-sestoji

#### 5.3 NaiS-stands

Ker noben NaiS-sestoj ne izpolnjuje vseh zahtev za minimalno zadovoljivo stanje, ocenjujemo trenutno stanje kot nezadovoljivo, vendar še ne kritično. Z izjemo NaiS-sestojev 3 in 4 je največji problem pomanjkanje pomladka, kar lahko z gojitvenimi ukrepi izboljšamo, še preden sestoji izgubijo večino svojega zaščitnega učinka. Preglednica 1 nam nakazuje pomen gospodarjenja z gozdovi za zagotavljanje njihove trajne zaščitne in varovalne funkcije. Vsote ocen stanj sestojev čez 10 in 50 let se bodo ob predpostavki, da se z gozdovi ne bi gospodarilo, zmanjšale, zato lahko sklepamo, da se bo ogroženost ceste zaradi snežnih plazov v prihodnosti povečevala.

Winter (2009), ki je v rezervatu Goldeck v Avstriji preučevala varovalni učinek gozda pred snežnimi plazovi po metodi NaiS, je ugotovila, da slaba tretjina sestojev zadovoljivo ščiti pred snežnimi plazovi ter da se bo stanje čez 50 let le rahlo poslabšalo; to se razlikuje od naših rezultatov, kar pripisujemo predvsem različnim rastiščem. Na njenem objektu raziskave uspevata združbi *Larici-Piceetum* in *Galio rotundifolii-Abietetum*, v drevesni sestavi pa prevladuje smreka, ki ne gradi enomernih sestojev kot bukev. Boljša je tudi rodovitnost, kar omogoča lažje pomlajevanje.

### 5.4 Smernice za gospodarjenje z varovalnimi gozdovi

#### 5.4 Guidelines for the management of protective forests

##### 5.4.1 Splošne gozdnogojitvene smernice

##### 5.4.1 General silvicultural guidelines

Za zagotavljanje zaščitne funkcije gozdov pred snežnimi plazovi je treba s prilagojenim gospodarjenjem zagotavljati predvsem raznodobno in raznomerno strukturo, primerno mešanost in gostoto sestojev ter dobro stabilnost in vitalnost dreves, kar potrjujejo tudi

raziskave v tujini (npr. Motta in Haudemand, 2000; Brang, 2001; Brang in sod., 2006; O'Hara, 2006). Pomembno je ohranjanje oz. pospeševanje šopaste strukture gozda (npr. redčenje šopov) ter dobro zasidranih, globokokrošnjatih dreves. Gospodarjenje je treba prilagoditi naravnim zakonitostim in razmeram (Dorren in sod., 2004). V Sloveniji so sicer načela sonaravnega in trajnostnega gospodarjenja z gozdovi dobro uveljavljena, vendar je vse manj rednega gospodarjenja. Še posebej zaostajamo na področju gospodarjenja z varovalnimi gozdovi, saj je med stroko prevladovala miselnost (in ponekod še prevladuje), da je neukrepanje najboljša oblika gospodarjenja z varovalnimi gozdovi. To mišljenje se nakazuje kot zmotno, kar smo dokazali tudi v naši raziskavi, podobno navajajo tudi Guček in sod. (2012). Diaci in sod. (2012) za zagotavljanje varovalnih učinkov, stabilnosti in odpornosti pred naravnimi motnjami v prihodnje predlagajo delovanje na naslednjih področjih: sprememba kategorizacije varovalnih in zaščitnih gozdov, izpopolnjevanje meril za njihovo določitev, izboljšanje inventurnih metod, razvijanje priporočil za ukrepanje v teh gozdovih ter nadzorovanje ukrepov, izboljšanje sistema sofinanciranja del, izobraževanje in informiranje strokovnega kadra, delo z javnostjo ter vključenost gospodarjenja s temi gozdovi v sistem celostnega obvladovanja ogroženosti pred naravnimi nesrečami.

Za celostno presojo ogroženosti območja pred snežnimi plazovi je treba izdelati oceno tveganja pojavljanja snežnih plazov in določiti območja gibanja in zaustavljanja le-teh. Bauerhansl in sod. (2010) kot kazalce za oceno nevarnosti pojavljanja plazov poudarjajo nadmorsko višino in višino snežne odeje, naklon ter značilnosti terena v majhnem (konveksnost, konkavnost), srednjem (jarki, lokalni grebeni ...) in velikem merilu (balvani, panji ...). Slovenija ima izdelan informacijski sistem o snežnih plazovih (Horvat in sod., 1999), ki lahko rabi kot podlaga za izdelavo ocene tveganja. Na območjih, kjer je ogroženost največja, stanje sestoja pa v varovalnem smislu neprimerno, so se v preteklosti dobro obnesli začasni biotehnični ukrepi, ki poleg varovanja zagotavljajo tudi zaščito pri razvoju drevesnih in grmovnih vrst, ki bodo v prihodnosti prevzela zaščitno vlogo (Horvat in sod., 2006).

##### 5.4.2 Smernice za objekt raziskave

##### 5.4.2 Guidelines for study area

Za nosilce stabilnosti izberemo čim več dreves, ki so vitalna in imajo enakomerno razraslo in dobro razvito krošnjo in jim odstranimo najresnejše konkurente, vendar pazimo, da ne dobijo preveč razrasle krošnje. Pri tem usmerjamo sestoj k zeleni mešanosti. Če ni



**Slika 10:** Podrtica na objektu raziskave, ki je deloma zaustavila manjši plaz (foto: Simon Pintar, 21. 1. 2013)

slabo vitalna, naj smreka doseže 30-odstotni delež v lesni zalogi, delež bukve naj ne pade pod 60 %. Večji delež zimzelenih iglavcev poveča intercepcijo snežnih padavin, kar zmanjša debelino snežne odeje v sestoju. Smreka tudi nima tako intenzivne stranske rasti krošnje in se zato vrzeli ne zapirajo tako hitro, kar lahko olajša pomlajevanje. V skrbi za raznomerno in raznodobno strukturo osnujemo dve skupini mladja na hektar in ju širimo do velikosti 2 do 5 arov, najbolje na mestih, kjer so bila prej drevesa nad 9. debelinsko stopnjo, ki jih odstranimo. Pri osnovanju skupin mladja pazimo, da niso razporejene druga nad drugo po padnici (Rugani in Firm, 2012), enako velja tudi za morebitne vrzeli, ki naj ne presegajo dolžine (po padnici) 20 m in širine 10 m. Prednost pri pomlajevanju imajo NaiS-sestoji, ki imajo dobre razmere za pomlajevanje.

Priporočamo vsaj 70-odstotno zastrtost. Gostota dreves naj bo čim večja (pri naklonu 30 ° ca. 500 dreves / ha, pri naklonu 40 ° ca. 1000 dreves / ha), vendar ne na račun stabilnosti in vitalnosti dreves, pomlajevanja ter raznomerne in raznodobne strukture. Velika gostota ugodno vpliva na preprečevanje proženja snežnih plazov (večja mehanska stabilnost in nehomogenost snežne odeje) ter na zmanjševanje njihove hitrosti, pomembna pa je tudi za ustavljanje padajočega kamenja.

Veliko težavo pri gospodarjenju na objektu raziskave povzročata naklon in nedostopnost terena. Na strmih terenih je erozijska ogroženost gozdnih tal velika, ob odpiranju vrzeli v smeri padnice se poleg tega poveča tudi možnost proženja snežnih plazov. Graditev gozdnih vlak na strmih, skalovitih in jarkastih pobočjih prav tako močno negativno vpliva na stabilnost že tako plitvih gozdnih tal. Predlagamo, da se preuči možnost čim večje uporabe žičniškega spravila. Linijo žičnega

**Fig. 10:** Fallen tree in the research area partially halted the smaller avalanche.

žerjava je treba umestiti poševno na padnico (Rugani in Firm, 2012).

Pri sečnji dreves pustimo panje v višini nad 1 m, da pomagajo pri preprečevanju proženja plazov (Rugani in Firm, 2012). Predlagamo tudi, da se na nedostopnih terenih drevesa podirajo diagonalno na padnico ter pustijo zagozdena in cela v gozdu. Pri manjših količinah snega lahko pripomorejo k večji stabilnosti snežne odeje in zmanjševanju energije snežnih plazov (slika 10), pomagajo pa tudi pri drugih nevarnostih (npr. padajoče kamenje). Ugodno vplivajo še na razmere za pomlajevanje, z njimi pa krepimo tudi biotopsko funkcijo. S puščanjem dreves v gozdu se lahko izognemo stroškom spravila lesa in morebitnim stroškom postavitve protilavinskih objektov, vendar pri tem izpade dohodek od prodaje lesa, ki pa je v primerljivih razmerah lahko manjši od stroškov. Tehniko puščanja dreves lahko uporabimo tudi znotraj plaznic, kjer je navadno večja nevarnost proženja snežnih plazov ter oteženo pomlajevanje. V območjih, kjer obstaja nevarnost namnožitve podlubnikov in je podrti drevo smreka, priporočamo lupljenje debla.

Pogostost ukrepov naj bo večja, jakost ukrepov pa manjša. Ukrepi za krepitev drugih funkcij gozda naj se podredijo ukrepom za krepitev funkcije varovanja gozdnih zemljišč in sestojev ter zaščitne funkcije. V primeru nezadostne zaščite gozda pred snežnimi plazovi, oziroma v primeru ponavljajočih se plazov, lahko ponovno ogozditev dosežemo z začasnimi tehničnimi gradnjami (npr. podporne lesene konstrukcije).

Raziskava je pokazala, da je v območjih, kjer obstaja nevarnost proženja snežnih plazov, potrebno prilagojeno gospodarjenje tako z gospodarskimi kot z varovalnimi gozdovi, s čimer se doslej pri nas nismo ukvarjali.

V takšnih sestojih bo treba več pozornosti posvečati stalni količini mlajšega drevja in večji gostoti sestojev, ki še ne povzročajo manjše vitalnosti drevja. V varovalnih gozdovih bo v območjih nevarnosti proženja snežnih plazov tako v bodoče smiselno razmišljati o sečnji, ki bo po eni strani vplivala na debelinsko strukturo sestojev, po drugi pa bodo ustrezno zagozdena padla debela rabila kot protilavinske ovire na ogroženih pobočjih.

## 6 SUMMARY

Snow avalanches pose a threat to a considerable part of the Vršič Road, and the forest above it are performing a protective function against them. In the present paper, we identified and analysed the potential hazard to the road and the forests above it, as well as determined whether the forests in the study area provide sufficient and permanent protective function against avalanches. We defined guidelines and measures for the further development of the forest to enhance its protective function, and evaluated the actual spatial distribution of formalized protective function area of the forests within the study area.

The research plot is located above the Kranjska Gora-Vršič road in the vicinity of the Russian Cross, where 5 avalanche zones were recorded. Its altitude ranges from 970 m to 1,200 m a.s.l., the slopes are steep to precipitous in some places with a predominantly southeastern exposition. The plot is overgrown by forest association *Anemone trifoliae-Fagetum typicum* Tregubov 1962, of generally low soil fertility.

We set a network of 21 five acres sample plots, where all living trees with a diameter  $\geq 10$  cm were inventoried and assessed according to the following parameters: tree species, diameter, social status, vitality and damage. Also the characteristics of the research plots were described (dead trees, slope, exposition, rockiness, etc.). Using the modified NaiS method (Frehner et al., 2005), we defined the stand boundaries, analysed them and compared the actual state of the stands to the target state to assess the effectiveness of protective function in each NaiS stand. Evaluated parameters in the stand description were a mixture of the trees species, vertical and horizontal structure (gaps), the share of the stability holders and rejuvenation conditions. Assuming that the stand will not be managed, we also assessed the future state of the stand over 10 and 50 years.

Within and above, the studied non-forest tracts that were longer and wider than 30 m were mapped. By using digital terrain model we made a raster map of slopes in the area. By combining both maps, we got a map of potential hazard to formation of snow ava-

lanches and non-forest areas, which reveals the most dangerous places within and above our studied object.

There were 821 trees on our plots. According to the share in growing stock, the beech prevailed (55%), followed by spruce (32%) and larch (11%). The average density was 830 trees per hectare, and the average growing stock was 367 m<sup>3</sup>/ha. Tree dbh structure indicates a decreasing frequency distribution with a noticeable lack of trees in the 3rd dbh class, which can result in undesirable reduced diversity of vertical structure. On average, the crown cover on the studied plots was 85%.

We selected 8 NaiS stands. Currently none of them provide a complete and permanent protective function against snow avalanches. The largest problems were poor regeneration and lack of uneven-aged stand structure. We believe that the situation will continue to deteriorate by inappropriate management in the future. Assessment of the current spatial distribution of protective functions showed inadequate mapping within the studied area in the past. We suggest the first importance level of the protective function of forests within the entire studied area.

The most important guidelines for the future development of the forest, which would provide the greatest effectiveness and sustainability of the protective function of the stands in the studied area:

- promotion of uneven-aged stand structure,
- creation of two regeneration groups of size 2 to 5 acres per hectare under the canopy, preferably in places where trees above 9 dbh existed before,
- safeguarding good stability of as many trees as possible with good vitality and well-developed crowns and helping them by removing their most serious competitors,
- the share of beech in growing stock should not fall below 60%, while the share of vital spruce should reach 30%,
- tree density should be maximized, but not at the expense of the stability and vitality of trees, rejuvenation or uneven-aged structure,
- rejuvenation groups should not be one above the other on the slope, and the same applies to possible gaps that should not exceed a length of 20 m and a width of 10 m perpendicular to the slope,
- during logging, stumps of 1,3m height should be left to help prevent the snow avalanche formation,
- the potential cable crane line should be situated obliquely to the hillside,
- in inaccessible terrain trees should be cut down obliquely do the hillside and leaved jammed and whole in the forest,

- frequency of the actions should be greater, but the intensity smaller; the actions to enhance other social and productive forest functions should be subordinate to the actions aimed at strengthening the protective function of forest stands.

## 7 ZAHVALA

### 7 ACKNOWLEDGMENTS

Zahvaljujemo se Tihomirju Ruganiju za sodelovanje pri zastavitvi raziskave, terenskem delu in analizi rezultatov.

## 8 VIRI

### 8 REFERENCES

- Atlas oklja. 2016. [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso) (24.8.2016)
- Bauerhansl C., Berger F., Dorren L., Duc P., Ginzler C., Kleemayr K., Koch V., Koukal T., Mattiuzzi M., Perzl F., Prskawetz M., Schadauer K., Schneider W., Seebach L. 2010. Development of harmonized indicators and estimation procedures for forests with protective functions against natural hazards in the alpine space. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 168 str.
- Brang P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 145, 1-2: 107-119
- Brang P., Schönenberger W., Frehner M., Schwitter R., Thormann J. J., Wasser B. 2006. Management of protection forests in the European Alps: an overview. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 23-44
- Črepinšek Z., Kralj T., Kunšič A., Kajfež-Bogataj L. 2012. Nekatere podnebne značilnosti Triglavskega narodnega parka z okolico za obdobje 1961-2011. *Acta Triglavensia*, 1, 23-41
- Diaci J., Beguš J., Bončina A., Breznikar A., Firm D., Grecs Z., Jošt M., Kovač M., Košir B., Kozorog E., Matijašič D., Papež J., Robek R., Rovani S., Rugani T., Zavrl B. A., Zafran J. 2012. Zaključki in usmeritve posvetovanja Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje. *Gozdarski vestnik*, 70, 7-8: 333-336
- Dorren L. K. A., Berger F., Imeson A. C., Maier B., Rey F. 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 195: 165-176
- Ellenberg H. 1996. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5. Stuttgart, Ulmer: 1096 str.
- Fidej G. 2011. Presoja varovalnega učinka gozda pred drobirskimi tokovi ob Savi Bohinjki v soteski: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 92 str.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald: Wegleitung für Pflegemasnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00732/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp610NTU04212Z6ln1acy4Zn4Z2qZpn02Yuq2Z6gpJCGdoF8fWym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19X12IdvoaCVZ,s-.pdf> (26. 5. 2012)
- Guček M., Bončina A., Diaci J., Firm D., Poljanec A., Rugani T. 2012. Gozdovi s poudarjeno zaščitno in varovalno funkcijo: značilnosti, valorizacija in gospodarjenje. *Gozdarski vestnik*, 70, 2: 59-71
- Horvat A. 1996. Ogroženost ceste R 302 Kranjska Gora-Vršič-Bovec zaradi erozije. *Ujma*, 10: 161-165
- Horvat A., Zemljič M. 1998. Protierozijska vloga gorskega gozda. V: *Gorski gozd: zbornik referatov: 19. gozdarski študijski dnevi, Logarska Dolina, 26.-27. marec 1998*. Diaci J., Watton I., Golubič M., Lubej E. I., Kovačič I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 411-424
- Horvat A., Durjava D., Papež J., Zemljič M., Valič M., Kočever P. 1999. Zagotovitev varnosti pred snežnimi plazovi na državnih cestah Republike Slovenije: študijska naloga. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov d.d.: 78 str.
- Horvat A., Papež J., Koren M. 2006. Trajno varstvo pred snežnimi plazovi – uspešnost ukrepov nad AC Hrušica-Vrba (1993-2005). *Ujma*, 20, 234-238
- Motta R., Haudemand J. C. 2000. Protective Forests and Silvicultural Stability: an Example of Planning in the Aosta Valley. *Mountain Research and Development*, 20, 2: 74-81
- O'Hara K. L. 2006. Multiaged forest stands for protection forests: concepts and applications. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 45-55
- Pavšek M. 2002a. Simulacija ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah. *Dela*, 18: 115-132
- Pavšek M. 2002b. Snežni plazovi v Sloveniji: geografske značilnosti in preventiva. (Geografija Slovenije, 6). Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 209 str.
- Pavšek M. 2012. Ogroženost gozdov zaradi snežnih plazov in presoja lavinske nevarnosti na območju varovalnih gozdov v alpskih visokogorjih Slovenije. V: *Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj*. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 33-37 <http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/material/Zbornik.pdf> (26. 5. 2012)
- Podnebne razmere v Sloveniji: obdobje 1971-2000. 2006. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 27 str. [http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebn\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebn_razmere_Slo71_00.pdf) (12. 1. 2012)
- Rugani T., Firm D. 2012. Varovalni gozdovi v Sloveniji: presoja naravnih nevarnosti in gojenje gozdov. V: *Varovalni gozdovi: presoja naravnih nevarnosti, načrtovanje in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj*. Diaci J. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 62-64 <http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/material/Zbornik.pdf> (26. 5. 2012)
- Sakals M. E., Innes J. L., Wilford D. J., Sidle R. C., Grant G. E. 2006. The role of forests in reducing hydrogeomorphic hazards. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 11-22
- Smole I. 1987. Gozdne združbe in rastiščnoogojitveni tipi v gozdnogospodarki enoti Jesenice – zahod (Kranjska Gora): fitocenološki elaborat. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 143 str.
- Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocene tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja. [http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/varovalni\\_gozd.html](http://web.bf.uni-lj.si/go/varovalnigozd/varovalni_gozd.html) (26. 5. 2012)
- Wehrli A., Brang P., Maier B., Duc P., Binder F., Lingua E., Ziegner K., Kleemayr K., Dorren L. 2007. Schutzwaldmanagement in den Alpen – eine Übersicht. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158: 142-156
- Winter M. B. 2009. Natural regeneration and protection efficiency of the upper montane forests in the Natural Forest Reserve Goldeck, Carinthia: master thesis. Vienna, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Silviculture: 72 str.